

矯正用金属材料の接触腐食に関する研究

著者	張 辰旭
号	27
学位授与番号	210
URL	http://hdl.handle.net/10097/36349

氏 名（本籍）	張 ^{シャ} 辰 ^{シン} 旭 ^ウ
学 位 の 種 類	博 士 （ 歯 学 ）
学 位 記 番 号	歯 博 第 2 1 0 号
学位授与年月日	平 成 1 4 年 3 月 2 5 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	東北大学大学院歯学研究科 （博士課程）歯 学 臨 床 系
学 位 論 文 題 目	矯正用金属材料の接触腐食に関する研究

（主査）

論文審査委員

教授 三 谷 英 夫

教授 奥 野 攻

教授 木 村 幸 平

論文内容要旨

矯正治療では、ワイヤーのろう付をはじめ、様々な異種金属を組み合わせて利用することが多い。このような異種金属の接触は、腐食を促進する因子として知られており、苛酷な腐食環境を招く恐れがある。本研究では、銀ろう付けしたコバルトクロム合金およびステンレス鋼の矯正用ワイヤーにおける溶出イオン、腐食電流、自然電極電位、アノード分極曲線を測定し、ワイヤーと銀ろうの表面積比がこれらの接触腐食に及ぼす影響について調べた。

材料として、矯正用ワイヤーの中で使用頻度の高い Co-Cr 合金およびステンレス鋼ワイヤー (Blue Elgiloy, Tru-chrome stainless steel : Rocky mountain®) と低融点銀ろう (Silver solder : Tomy®) を実験に用いた。溶出試験では、Co-Cr 合金およびステンレス鋼ワイヤーに銀ろうをろう付し、それらの表面積比が 1 : 1 および 10 : 1 になるように調整した。これらの各試料とコントロール (Co-Cr 合金ワイヤー、ステンレス鋼ワイヤー、銀ろう) をそれぞれ 5 本ずつ 0.9% NaCl 水溶液に浸漬し、浸漬後 1 ~ 12 週における溶出イオンを誘導結合型プラズマ発光分析装置 (IRIS/IRIS_AP, 日本ジャーレラッシュ) を用いて定性および定量分析した。溶出試験における腐食の進行過程を調べるため、浸漬後 1 ~ 4 週までは 1 週ごとに、4 ~ 12 週までは 4 週ごとに溶出試験中の試料を取り出し、表面性状変化を目視で観察した。特に腐食が進行したものについては、光学顕微鏡を用いて腐食部位を観察した。電気化学測定では、Co-Cr 合金、ステンレス鋼ワイヤー、銀ろう単独の自然電極電位およびアノード分極曲線を測定した。また、各ワイヤーと銀ろうの表面積比が 1 : 1 および 10 : 1 の場合の腐食電流も測定した。

これらの実験から次の結論が得られた。1) 矯正用 Co-Cr 合金およびステンレス鋼ワイヤーから溶出した総イオン量は、歯科鑄造用の Co-Cr 合金や歯科用ステンレス鋼に比べ非常に少なかった。2) 銀ろうから溶出した総イオン量は、矯正用ワイヤーに比べ極めて多い値を示した。3) 銀ろう付した Co-Cr 合金ワイヤーから溶出した総イオン量は、銀ろうの表面積比が大きくなるほど増加する傾向を示したが、銀ろうから溶出した総イオン量は、銀ろうの表面積比が小さくなるほど増加する傾向を示した。4) 銀ろう付したステンレス鋼ワイヤーにおいても、銀ろうの表面積比が大きくなるほどステンレス鋼ワイヤーから溶出した総イオン量が増加する傾向を示した。12 週に渡る長期の溶出試験では、ステンレス鋼ワイヤーに孔食が発生した。銀ろうから溶出した総イオン量は、Co-Cr 合金ワイヤーの場合と同様に、銀ろうの表面積比が小さくなるほど増加した。5) 銀ろうの表面積比を小さくすると、単位面積当たりの溶出量は増加するが、面積の減少量に比べて溶出量の増加は少ない。形状の等しいワイヤーに銀ろう付した場合には、銀ろうの表面積比が小さいほど溶出するイオンの総量や Ni イオンの溶出量が少なく、臨床的には銀ろうの表面積を出来る限り小さくした方が生体に対する安全性が高いと考えられる。

審 査 結 果 要 旨

矯正治療で多用されるステンレス鋼ワイヤーやコバルトクロム合金ワイヤーは、銀鑑で鑑着されることが多い。しかしながら、これらのワイヤー同士と銀鑑の間には組成差や成分差あるいは、耐食性のメカニズムの違いが大きいため、矯正用金属材料の中で接触腐食を起こす可能性が最も高いと考えられている。

このような接触腐食では一般的に接触する合金同士の面積比によって腐食挙動が変わってくると知られている。しかし、従来の研究で、銀鑑と歯科矯正用ステンレス鋼ワイヤーや歯科矯正用コバルトクロム合金ワイヤーの接触腐食に対する面積比の影響や長期間浸漬による溶出イオンなどについては重要であるにも関わらずまだ明らかにされてない状態である。そこで、本研究はステンレス鋼ワイヤーやコバルトクロム合金ワイヤーに対する銀鑑の耐食性に及ぼす表面積比の影響を明らかにするため、銀鑑とステンレス鋼ワイヤーやコバルトクロム合金ワイヤーを面積比を変えて組み合わせ、37℃、0.9% NaCl 水溶液に浸漬したときの腐食電流や電位、イオン溶出を測定し、それぞれの合金単独での場合と比較検討し考察したものである。

その結果、以下のようなことを明らかにしている。

(1) 矯正用 Co-Cr 合金およびステンレス鋼ワイヤーから溶出した総イオン量は、歯科鑄造用の Co-Cr 合金や歯科用ステンレス鋼に比べ非常に少なかった。(2) 銀鑑から溶出した総イオン量は、矯正用ワイヤーに比べ極めて多い値を示した。(3) 銀鑑付した Co-Cr 合金ワイヤーから溶出した総イオン量は、銀鑑の表面積比が大きくなるほど増加する傾向を示したが、銀鑑から溶出した総イオン量は、銀鑑の表面積比が小さくなるほど増加する傾向を示した。(4) 銀鑑付したステンレス鋼ワイヤーにおいても、銀鑑の表面積比が大きくなるほどステンレス鋼ワイヤーから溶出した総イオン量が増加する傾向を示した。12週に渡る長期の溶出試験では、ステンレス鋼ワイヤーに孔食が発生した。銀鑑から溶出した総イオン量は、Co-Cr 合金ワイヤーの場合と同様に、銀鑑の表面積比が小さくなるほど増加した。(5) 銀鑑の表面積比を小さくすると、単位面積当たりの溶出量は増加するが、面積の減少量に比べて溶出量の増加は少ない。形状の等しいワイヤーに銀鑑付した場合には、銀鑑の表面積比が小さいほど溶出するイオンの総量や Ni イオンの溶出量が少なく、臨床的には銀鑑の表面積を出来る限り小さくした方が生体に対する安全性が高いと考えられた。

以上の研究結果は銀鑑とステンレス鋼ワイヤーやコバルトクロム合金ワイヤーに対する面積比の耐食性に及ぼす影響や長期間浸漬による溶出イオン量を明らかにしたものであり、組み合わせによる接触腐食メカニズムを電気化学的測定および溶出試験から明らかにして安全性を考慮した材料の選択や臨床応用への基礎をなすものと高く評価できる。従って、本研究は博士（歯学）の学位授与に価するものとする。